高 等 学 校 教 材

环 境 学 概 论

(修 订 版)

刘培桐　主编
薛纪渝　王华东　合编

高 等 教 育 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容提要

本书以人类生态系统的基本原理为依据,系统论述了环境的发生和发展,在人类活动影响下引起的主要环境要素(大气、水、土壤等)的污染问题和污染物在环境中的迁移转化规律;以环境质量评价、环境规划及污染综合防治等原理及方法为手段实现环境质量的调控;并对人们所关心的人口急剧增加,资源能源过度消耗、生态破坏等全球性环境问题进行了探讨;介绍了可持续发展的战略意义。本书对属于环境学方面的基本知识、基本原理和概念,都做了详尽的论述。

本书可作为高等学校地理专业开设环境课的教学用书,亦可作为环境类各专业的教学用书,还可作为高校非环境专业学生的选修课教材及从事环境保护、城市规划及城建部门从事环境保护工作的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境学概论/ 刘培桐　主编 . —修订版 . —北京: 高等教育出版社, 1995(2003 重印)
ISBN 7 - 04 - 005200 - 8

Ⅰ. 环…　Ⅱ. 刘…　Ⅲ. 环境科学 - 基础理论　Ⅳ. X1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 00981 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 64054588
社　　址	北京市东城区沙滩后街55号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100009	网　　址	http:// www .hep .edu .cn
传　　真	010 - 64014048		http:// www .hep .com .cn
经　　销	新华书店北京发行所		
印　　刷			
		版　　次	1985 年 4 月第 1 版
开　　本	787×1092　1/ 16		1995 年 5 月第 2 版
印　　张	18	印　　次	2003 年　月　第　次印刷
字　　数	440 000	定　　价	14.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有　侵权必究

再 版 前 言

1985 年出版的《环境学概论》教材，对我国环境科学理论体系的形成和发展起了积极的推动作用，填补了我国环境学领域高等学校教材中的空白，为我国环境教育，尤其是为高等师范院校地理专业提供了优秀教材，并获得了 1987 年国家教委颁发的优秀教材奖。为此使我们受到极大的鼓舞和鞭策，也时刻激励我们进一步搞好环境学的教材建设工作。

鉴于环境科学的理论与实践不断得到充实和发展，对环境问题认识的不断深化，控制环境污染技术措施的不断提高，使环境保护事业取得长足的进展，尤其是联合国环境与发展大会的召开，人类对环境与发展的关系有了更深的认识，环境问题与人类经济、社会活动密切相联系，在人类经济社会发展进程中寻找保护环境的最佳途径，实现可持续发展战略。为此发表了《21 世纪议程》，成为全球、区域和各范围内实现持续发展的行动纲领。对 10 年前出版的《环境学概论》教材进行修改和补充是十分必要的，使该书充分体现出学科发展的新动向和新的研究成果。

本书以人类生态系统的基本原理为依据，系统论述了环境的发生和发展，人类活动引起的主要环境要素（大气、水、土壤等）的污染问题和污染物在环境中的迁移转化规律，以环境质量评价、环境规划及污染综合防治等方法和手段实现环境质量的调控。对于当前人们所关心的人口急剧增加、资源能源过度消耗、环境污染、生态破坏等全球性环境问题，并探讨了可持续发展的战略意义。

本教材共十二章。第一章绪论，分析环境科学的研究对象和任务、内容和分科以及环境科学的发生与发展。第二章至第五章介绍主要环境要素在人类活动影响下出现的污染问题及迁移转化规律。第六、七章通过环境质量评价、环境规划及综合防治措施以实现环境质量调控。第八至十二章介绍全球性环境问题与可持续发展。因为是概论性的，故仅提供了有关问题的概貌，以基本原理、基本知识为主。

修订稿完成后，于 1993 年 8 月在北京召开了审稿会，由北京大学叶文虎教授主审，其余有南京大学陆根法教授、北京工业大学孟繁坚教授、首都师范大学李庭芳副教授、山东师范大学王振武副教授及河北轻化工学院、湖北黄石高等工业专科学校代表出席、对修订稿内容和体系进行了认真细致的讨论，提出了宝贵意见，特此表示衷心的感谢。

本书由北京师范大学刘培桐教授主编，薛纪渝、王华东编著完成的。由于我们的水平所限，内容涉及领域广泛，书中出现错误和遗漏在所难免，敬请读者批评指教。本书的编写受到北京师范大学环境科学研究所老师们的大力支持和帮助，在此向他们表示感谢。

最后，我们特别对高等教育出版社张月娥编审对本书的书稿进行十分认真的审阅和加工，使本书质量有明显地提高，在此表示深切的谢意。

作　　者

1994 年夏于北京师范大学

前　言

随着社会主义现代化建设的飞速发展，开展环境教育，提高全民的环境知识，是保护、改善和创造美好环境的迫切需要。为此，教育部于 1980 年决定在高等师范院校地理系开设《环境学概论》课程。本书是根据教育部组织制订的教学大纲的要求编写的。

本书是以人类生态系统的基本原理为基础，阐述了环境的发生、发展；探讨了人类活动所引起的各环境要素（大气、水、土壤、生物）的污染、污染物在环境中的迁移转化规律；介绍了环境质量评价、城市环境、区域环境，以及人口、能源、资源与环境等问题。为适应教学的需要，本书涉及了相邻学科的一些有关内容。因为是概论性的，故仅提供了有关环境问题的概貌，以及基本知识和原理。

本书初稿完成后，曾经过两年的教学实践，于 1982 年 12 月在北京召开了审稿会，经中山大学教授唐永銮、南京大学副教授刘育民、北京大学副教授陈静生、华东师大副教授王云、上海师大副教授李景琨，以及东北师大李惠明、福建师大方秋贤、南京师大喻渊栋、武汉大学李生癯、北京师院李庭芳等同志进行审阅，提出了许多宝贵意见，特此致谢。

本书是由北京师范大学刘培桐主编，并编写第一、二章，王华东编写七、八章；薛纪渝编写三、四、五、六、九章，并负责总的整理工作。高等教育出版社张月娥同志为本书的出版进行了认真地编辑加工工作；章美玉、孟淑华同志为图表绘制予以很大帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，本书内容涉及领域广泛，书中难免还有错误和不当之处，敬请广大读者批评指正。

编　者

1984 年 12 月

目　　录

第一章　绪　　论

第一节　环境科学的研究对象和任务 …… 1
一、环境科学的研究对象 …… 1
二、环境科学的研究任务 …… 2
三、人类 - 环境系统的发展及环境问题 …… 2
第二节　环境科学的内容和分科 …… 7
一、理论环境学 …… 7
二、综合环境学 …… 8
三、部门环境学 …… 8
第三节　环境科学的发生和发展 …… 9
一、环境科学初期发展阶段 …… 10
二、环境科学向整体化发展阶段 …… 10
第四节　环境的组成和结构 …… 12
一、自然环境的组成和结构 …… 12
二、工程环境的组成和结构 …… 13
三、社会环境的组成和结构 …… 13

第二章　大 气 环 境

第一节　大气的结构和组成 …… 14
一、大气的结构 …… 14
二、大气的组成 …… 15
第二节　大气污染和污染物 …… 16
一、大气污染的发生 …… 16
二、大气污染物的来源 …… 17
三、大气污染物及大气污染类型 …… 18
第三节　大气环境中污染物的化学转化 …… 26
一、大气光化学特性 …… 27
二、硫氧化物在大气中的化学转化 …… 28
三、氮氧化物在大气中的化学转化 …… 30
四、大气污染“光化学烟雾”的形成 …… 32
第四节　大气中污染物的扩散 …… 36
一、大气边界层的温度场 …… 36
二、大气水平运动和湍流 …… 41
三、影响大气污染的地理因素 …… 44
四、影响大气污染的其他因素 …… 45
五、大气中污染物扩散模式 …… 46
六、扩散参数的确定 …… 51
第五节　大气污染综合防治与管理 …… 55
一、主要大气污染物控制技术 …… 56
二、大气污染综合防治 …… 60
三、大气环境标准 …… 61

第三章　水 体 环 境

第一节　水体环境概述 …… 64
一、天然水在环境中的循环 …… 64
二、天然水的水质 …… 65
三、水体概念及水体污染 …… 68
四、水体污染源和污染物 …… 69
第二节　污染物在水体中的扩散 …… 76
一、污染物在水体中的运动特征 …… 76
二、河流水体中污染物扩散的稳态解 …… 78
三、河流水质模型 …… 80
第三节　污染物在水体中的转化 …… 83
一、水体中耗氧有机物降解 …… 84
二、水体富营养化过程 …… 89
三、重金属在水体中的迁移转化 …… 97
第四节　水环境污染控制及管理 …… 104
一、水体污染的防治和管理 …… 104
二、废水处理方法 …… 106

第四章　土 壤 环 境

第一节　土壤的组成和性质 …… 109
一、土壤的组成 …… 109
二、土壤的物理化学性质 …… 113
第二节　土壤环境污染 …… 120
一、土壤污染和净化 …… 120
二、土壤污染源 …… 121

需要全本请访问 www.ertongbook.com

三、土壤污染物质 …… 122
四、土壤污染的发生类型 …… 123
第三节　重金属对土壤的污染 …… 124
一、土壤中重金属元素的来源 …… 124
二、土壤中重金属元素的背景值 …… 125
三、土壤中重金属元素的迁移转化 …… 127
第四节　化学农药对土壤的污染 …… 133
一、化学农药对环境的污染 …… 134
二、主要的农药类型 …… 134
三、农药在土壤中的迁移、降解及残留 …… 135
第五节　土壤污染的防治 …… 142
一、控制和消除土壤污染源 …… 142
二、防治土壤污染的措施 …… 142

第五章　固体废物与环境

第一节　固体废物的概述 …… 144
一、固体废物的定义 …… 144
二、固体废物的来源和分类 …… 144
三、固体废物的污染途径及危害 …… 145
第二节　固体废物的综合利用及资源化 …… 147
一、固体废物处理意义 …… 147
二、固体废物综合利用 …… 147
三、固体废物资源化 …… 150

第六章　环境质量评价

第一节　环境质量评价概述 …… 159
一、环境质量的概念 …… 159
二、环境质量评价 …… 159
三、环境质量评价的类型 …… 160
四、环境质量评价的基本内容 …… 161
五、环境质量评价方法 …… 161
第二节　环境质量现状评价 …… 169
一、环境质量现状评价程序 …… 169
二、环境质量现状评价的内容 …… 170
三、环境质量现状评价方法 …… 171
第三节　环境影响评价 …… 183
一、环境影响评价和环境影响评价制度 …… 183
二、环境影响评价的意义和作用 …… 184
三、环境影响评价类型 …… 185
四、环境影响评价程序 …… 186
五、环境影响评价的方法 …… 188
六、环境影响报告书的编写 …… 192

第七章　环 境 规 划

一、环境规划的意义和作用 …… 195
二、环境规划制定的原则 …… 195
三、环境规划的类型 …… 196
四、环境规划的编制程序及内容 …… 197
五、环境规划方法研究 …… 198
六、区域环境污染综合防治 …… 208
七、区域清洁生产 …… 211

第八章　全球环境问题

第一节　全球气候变化 …… 212
第二节　臭氧层破坏 …… 216
第三节　生物多样性的被损害 …… 218
一、生物多样性被损害的基本情况 …… 218
二、生物多样性的保护途径 …… 219
第四节　危险性废物越境转移 …… 221
一、危险性废物的定义 …… 221
二、危险性废物越境转移 …… 222

第九章　人口与环境

一、人口的增长 …… 223
二、人口预测模型 …… 226
三、人口增长对环境的影响 …… 228

第十章　能源与环境

一、世界能源消费情况 …… 232
二、能源的利用 …… 234
三、电能生产对环境的影响 …… 238
四、探索和开发新能源 …… 244
五、我国能源的前景 …… 251

第十一章　资源与环境

一、土地资源的利用和保护 …… 255
二、矿产资源的开发与环境 …… 258

第十二章　持续发展与环境

一、环境与发展前景展望…… 262
二、增长与协调发展…… 263
三、可持续发展战略…… 264
附录 …… 267
参考书目 …… 279

第一章　绪　　论

环境与发展是当今世界各国普遍关注的重大问题。人类经过漫长的奋斗历程，特别是从产业革命以来，在改造自然和发展经济方面做出了巨大的成就。与此同时，由于工业化过程中的处置失当，尤其是不合理地开发利用自然资源，造成了全球性的环境污染和生态破坏，对人类的生存和发展构成了现实威胁。保护生态环境，实现持续发展，已成为全世界紧迫而艰巨的任务。

环境科学就是在现代社会经济和科学发展过程中，为了解决环境问题而诞生的一门新兴科学。它是一个由多学科到跨学科的庞大科学体系组成的新兴学科，也是介于自然科学、社会科学和技术科学之间的边际科学，是现代科学技术向深度、广度进军的标志，是人类认识自然、改造自然进一步深化的表现。环境科学诞生的时间不久，并正在迅速发展之中，因此对于环境科学的研究对象、任务、内容和分科给以确切完备的答复尚有一定困难。但是，学科的发展异常迅速，特别是自 70 年代以来 20 年间所取得的丰硕成果，其研究领域之广，出版书刊之多，资料积累之丰富，在科学发展史上都是罕见的。在这种情况下，对它的研究对象、任务、内容、分科和发展动向进行概括的总结和探讨是十分必要和可能的，对于促进新的学科发展更是有益的。

第一节　环境科学的研究对象和任务

一、环境科学的研究对象

环境科学研究的对象是环境。环境是以人类为主体的外部世界，即人类赖以生存和发展的物质条件的整体，包括自然环境和社会环境。《中华人民共和国环境保护法》更明确地指出，“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等”。这里明确了大家所公认，并以法律形式加以确定必须保护的环境对象。由此可以看出，环境科学是以“人类 - 环境”系统为其特定的研究对象，它是研究“人类 - 环境”系统的发生和发展、调节和控制以及改造和利用的科学。其目的在于探讨人类社会持续发展对环境的影响及其环境质量的变化规律，从而为改善环境和创造新环境提供科学依据。

人类与环境的关系主要是通过人类的生产和消费活动而表现出来的。人类的生产和消费活动也就是人类与环境之间的物质、能量和信息的交换活动。人类通过生产活动从环境中以资源的形式获得物质、能量和信息，然后，通过消费（生产消费与生活消费）活动再以“三废”的形式排向环境。因此，无论是人类的生产活动，还是消费活动无不受环境的影响，也

无不影响环境，其影响的性质、深度和规模则是随着环境条件的不同而不同，随着人类社会的发展而发展的。

自然环境是人类赖以生存的物质条件之一。自然环境是按照自己固有的规律发生和发展。自然环境的客观属性和人类的主观要求之间，自然环境的客观发展过程和人类有目的的活动之间，不可避免地存在着矛盾。因而，自然环境不仅是被利用的对象，而且也是被改造的对象。自然环境正是在人类有目的、有计划地利用和改造过程中，才逐渐被转变为更适合于人类活动的生存环境，而新的生存环境又反作用于人类。在不断发展过程中，人类在改造客观世界的同时，也改造着人类自己本身。人类的生存环境也越来越区别于原始的自然环境。从这种意义说，人类及其生存环境，正是在劳动和自然环境共同作用下而一起发生、发展起来的。所以，人类的生存环境既不是由单纯的自然因素，也不是由单纯的社会因素构成的，而是在自然背景的基础上，经过人的改造和加工形成的。它凝聚着自然因素和社会因素的交互作用，体现着人类利用和改造自然的性质和水平，影响着人类的生产和生活，关系着人类的生存和健康。

二、环境科学的研究任务

目前我们所理解的环境科学的基本任务，就是揭示人类 - 环境系统的实质，研究人类 - 环境系统之间的协调关系，掌握它的发展规律，调控人类与环境之间的物质和能量交换过程，以改善环境质量，造福人民，促进人类与环境之间的协调发展。

为此，环境科学首先是研究人类活动对环境所引起的较近期的直接影响，并预测较长期的间接影响；在研究中，不仅要考虑人类对环境的利用、改造与生产力发展水平的关系，也要考虑生产关系的制约作用。环境科学的主要任务是：

第一，探索全球范围内环境演化的规律，了解人类环境变化的过程、环境的基本特性、环境结构和演化机理等，以便应用这些认识使环境质量向有利于人类的方向发展，避免对人类不利的变化。

第二，揭示人类活动同自然环境之间的关系，以便协调社会经济发展与环境保护的关系，使人类社会和环境协调发展。

第三，探索环境变化对人类生存的影响，发挥环境科学的社会功能，探索污染物对人体健康危害的机理及环境毒理学研究，为人类正常、健康的生活服务。

第四，研究区域环境污染综合防治的技术措施和管理措施。

三、人类 - 环境系统的发展及环境问题

自然环境为人类提供了丰富多彩的物质基础和活动舞台，但人类在诞生以后很长的岁月里，只是自然食物的采集者和捕食者，它主要是以生活活动，以生理代谢过程与环境进行物质和能量交换，主要是利用环境，而很少有意识地改造环境。如果说即使也发生环境问题的话，那主要是因为人口的自然增长和像动物那样的无知而乱采乱捕，滥用自然资源所造成的生活资料的缺乏，以及由此而引起的饥荒，为了解除这一环境威胁，人类就被迫扩大自己的

环境领域，学会适应在新环境中生活的本领。

随着人类学会驯化植物和动物，就逐渐在人类的生产活动中出现了农业和畜牧业，这在人类生产发展史上是一次重大革命。随着农业和畜牧业的发展，人类改造环境的作用也越来越明显。与此同时也往往由于盲目的行动，而受到自然界的应有惩罚，产生了相应的环境问题，如大量砍伐森林、破坏草原，引起的水土流失、沙漠化等。只是在世界人口数量不多，生产规模不大的时候，人类活动对环境的影响尚不明显，环境问题不具有普遍性，没有引起社会的重视。

环境问题是随着人类社会的迅速发展而产生并加剧的，人类对环境问题的认识也是在人类社会的发展过程中不断加深的。人类在被动地适应环境、被动地解决环境问题的进程中，逐步完善着人类生产活动与自然环境的关系，逐步地预见到人类活动对环境所引起的近期、远期的影响。

社会生产的发展，是人类经济再生产过程，又是自然再生产过程。也就是说，这是人类通过劳动作用自然界规模的不断扩大，控制自然力的能力不断增长，引起自然界日益深刻变化的过程。劳动是历史的发展，随着劳动的历史发展产生了人对自然关系的历史发展。

人类历史初期，使用简单的劳动工具，人对自然界的作用是有限的。可以说，这时人还是自然界的奴隶，在许多方面还和动物一样是不自由的，寒冷、饥饿、野兽的威胁、疾病和死亡等受大自然的支配，人类在生存发展中遇到了许多困难。为了渡过这些困难，人们成群地生活在一起，凭借简单的石器和木棒工具，主要靠采集和狩猎为生。但即使是这样低水平的劳动，也引起了人类最早的环境问题——第一个环境问题由于过度的采集和狩猎，往往是消灭了居住地区的许多物种，而破坏了人们的食物来源，失去了进一步获得食物的可能性，使自己的生存受到威胁，这是人类活动产生的最早的环境问题。为了解决生存危机，人类被迫进行迁徙，转移到有食物的地方去，同样的方式破坏了那里的食物来源，又会被迫再进行迁徙。这时，地球上人口数量很少，一个地区停止人类活动之后，生命维持系统可以慢慢地自行恢复。因而古人类总是可以从一个地方迁徙到另一个地方，使其采集、狩猎和迁徙的生活得以维持。但是，迁徙不能从根本上解决人类与自然界的上述矛盾。

(一)“第一次浪潮”的环境问题[①]

新石器时期，随着生产工具的进步，磨制石器如石犁、石锄的使用，产生了原始农业和畜牧业，这就是人类“第一次浪潮”的兴起。例如，在西亚一些国家首先发展起农业，在那里发现的公元前六七千年的文化遗址表明，当时已经使用了农具，如装有石制刃口的镰刀、磨光的石臼、石杆和骨锄等。后来在非洲的尼罗河流域、中亚以及中国等，也相继向原始农业过渡。为了发展农业，古埃及和古巴比伦等建立了完善的灌溉系统，他们建筑的堤坝、堤堰、水渠，为沼泽地排水、灌溉农田、预防水灾、给城市供水等功能，已经有相当的水平。从事农业的部落首先过定居生活。定居使驯养动物成为可能，在动物饲养过程中，发现动物能在饲养下繁殖后代，并且发现其变异了的性状可以遗传，从而学会选种和育种并逐渐培养出各种家畜家禽的品种，产生了原始畜牧业。农业是人类自觉地利用对自己有利的物种，农业的兴起使人类开始按照需要利用和改造自然界，开发土地资源，利用太阳能进行食物生产，使人类获得了较稳定和丰富的食物来源，从而它解决了人类早期的生存危机，从此人们

① 这里借用“三次浪潮”的概念

不再频繁地迁徙，过着比较稳定的生活。这是人类改造自然的一个伟大胜利。农业的产生是人类的第一次科学技术革命，称为“第一次浪潮”。

农业的产生创造了人类史上光辉灿烂的古代文明。但是，正如恩格斯指出的：“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们。每一次胜利，在第一步都确实取得了我们预期的结果，但是在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎预料的影响，常常把第一个结果又取消了”①。“刀耕火种”是人类最早的农业技术。为了发展农业和畜牧业，人们砍伐和焚烧森林，开垦土地和草原，把焚烧山林的草木灰作为土地的肥料。随着人口的增长，反复的刀耕火种，反复弃耕，特别是在一些干旱和半干旱地区，就会导致土壤破坏，出现严重的水土流失，使肥沃的土地变成不毛之地。曾经产生光辉灿烂的古代三大文明(巴比伦文明、哈巴拉文明、玛雅文明)的地方，原来也是植被丰富、生态系统完善的沃野，只是由于不合理的开发，由于刀耕火种的掠夺经营，过分强化使用土地，才导致千里沃野变成了山穷水恶的荒凉景观。这就是以土地破坏为特征的人类的第二个环境问题。

我国的黄河流域是中华民族的摇篮，哺育了我国光辉灿烂的历史文化，四千多年前，这里是森林茂密，水草丰富的森林草原带。据史料表明，至周代，黄土高原的森林约有 4.8 亿亩，覆盖率达 53%。在农业生产中，由于盲目开发，森林被破坏了，致使今天这里 430 000 km^2 的土地上，千沟万壑，严重水土流失，呈现处处荒山秃岭，茫茫荒原的景象。

值得注意的是，“第一次浪潮”的环境问题，一直延续到“第二次浪潮”时期，直至今天土地侵蚀问题仍是世界性的严重环境问题。

(二)“第二次浪潮”的环境问题

以二百多年前蒸汽机的广泛使用为标志，爆发了工业革命，兴起了“第二次浪潮”文明，许多国家随着工业文明的崛起，由农业社会过渡到工业社会。工业文明涉及人类生产和生活的各个方面。由于机器出现，生产技术进步，使生产力突飞猛进地发展，人类的衣、食、住、行、用等各种生活和享受的物品不断地被生产出来，涌进市场；燃烧煤、石油、天然气等化石燃料作为能源基础，电力的广泛应用，为生产和生活提供巨大的动力；水、陆、空交通线的建设，大城市的涌现，大规模商业销售系统的建立，好像把世界各地连成一体。

工业文明的兴起，大幅度地提高了劳动生产率，增强了人类利用和改造环境的能力，丰富了人类物质生活条件和精神生活资料。今天，现代生活中的每一个人都离不开这样的高度发达的技术社会。但是，很多国家盲目地不惜代价，增加国民生产总值，极度地“增产”，甚至不顾一切地挖掘自然资源，破坏生态环境，对地球生物圈的破坏是无可挽救的。由于工业现实基于征服自然的原则，由于它的人口增长，它的不断提高的技术和它为了发展而持续不断的需求，对周围环境的破坏，超过了早先的任何年代。“第二次浪潮”造成了严重环境污染现象，

响之深是前所未有的。

例如，18 世纪末英国产业革命后，因蒸汽机的发明和普遍使用而造成的环境污染，使 1873、1880、1892 年曾在伦敦发生 3 次由于燃煤造成的烟雾事件，主要是由于燃煤产生的大气烟尘及二氧化硫，死亡约 2 800 余人；1905 年在英国格拉斯哥又发生过一次烟雾事件，死亡

① 《马克思恩格斯全集》，第 20 卷，第 519 页

需要全本请访问 www.ertongbook.com

表 1 - 1　50 年代前后出现的“八大公害”事件

公害事件名称	主要污染物	发生地点	发生时间	中毒情况	中毒症状	致害原因	公害形成原因
马斯河谷烟雾事件	烟尘及 SO_2	比利时马斯河谷（长 24 km，两侧山高约 90m）	1930 年 12 月	几千人呼吸道发病，约 60 人死亡	流泪、喉痛、声嘶、咳嗽、呼吸短促、胸口窒闷、恶心、呕吐	硫氧化物——SO_2 和 SO_3 烟雾的混合物，加上空气中的金属氧化物颗粒，加剧对人体的刺激作用	(1) 工厂集中、排烟尘量大 (2) 天气反常、逆温天气时间长、雾较大
多诺拉烟雾事件	烟尘及 SO_2	美国多诺拉镇（位于一个马蹄形河湾内侧，两边山高 120m）	1948 年 10 月	4 天内有 43%（约 6 000 人）患病，17 人死亡	咳嗽、喉痛、胸闷、呕吐、腹泻	SO_2、SO_3 金属元素及硫酸盐类气溶胶对呼吸道的影响	(1) 工厂过多 (2) 河谷盆地内适遇雾天和长时间逆温天气
伦敦烟雾事件	烟尘及 SO_2	英国伦敦	1952 年 12 月	5 天内 4 000 人死亡，后又连续发生 3 次	胸闷、咳嗽、喉痛、呕吐	SO_2 在金属颗粒物催化作用下生成 SO_3 及硫酸和硫酸盐气溶胶吸入肺部	(1) 煤烟中 SO_2、粉尘量大 (2) 适遇逆温和大雾天气
洛杉矶光化学烟雾事件	光化学烟雾	美国洛杉矶	每年 5—11 月		刺激眼、喉、鼻，引起眼病、喉头炎、头痛	NO_x 及碳氢化合物在阳光（紫外线）作用下产生的二次污染物——光化学烟雾	(1) 汽车排气，使一千多吨碳氢化合物排入大气 (2) 适合的地理位置、阳光充足、三面环山、静风等不利的气象条件适合时
水俣事件	甲基汞	日本九州南部熊本县的水俣镇	1953 年开始发现	第一次发现怪病，有人身亡，至 1972 年有 180 人患病，死亡 50 人	口齿不清、步态不稳，面部痴呆，进而耳聋眼瞎，全身麻木、最后精神失常	甲基汞中毒，人通过食用受甲基汞毒害的鱼类而患病	生产氯乙烯和醋酸乙烯时采用氯化汞和硫酸汞催化剂，使含汞废水排入海湾形成甲基汞对鱼、贝类的污染
富山事件（骨痛病）	镉	日本富山县神通川流域	1931 年发现直至 1972 年 3 月	患者超过 280 人，死亡 34 人	开始关节痛、后神经痛和全身骨痛，最后骨骼软化萎缩，自然骨折，直到饮食不进，在疼痛中死去	吃含镉污染的大米，饮用含镉污染的水	炼锌厂排放含镉废水进入河流污染农田和饮水
四日事件	SO_2、煤尘重金属粉尘	日本四日市	1970 年	患者 500 多人，其中有 10 多人在气喘病中死亡	支气管炎、支气管哮喘、肺气肿	有毒重金属微粒及二氧化硫吸入肺部	工厂排出 SO_2 和粉尘的数量大，并含有钴、锰、钛等重金属粉尘

续表

公害事件名称	主要污染物	发生地点	发生时间	中毒情况	中毒症状	致害原因	公害形成原因
米糠油事件	多氯联苯	日本九州爱知县等23个府县	1968年	患病者5 000多人，死亡16人，实际受害者超过1万人	眼皮肿、掌出汗、全身起红疙瘩、重者呕吐恶心、肝功能下降肌肉痛、咳嗽不止，甚至死亡	误食含多氯联苯的米糠油所致	生产米糠油中用多氯联苯作载热体，因管理不善，使毒物混进米糠油中

1 063人。这种情况屡有出现。到了20世纪初，各资本主义国家工业更加迅速发展，除燃煤造成的污染有所加重外，内燃机的发明和使用，石油的开发和炼制，有机化学工业的发展，对环境污染带来更加严重的威胁，曾出现过举世闻名的“八大公害”事件（表1-1）。特别是自50年代以来，不但工业“三废”排放量大，而且出现许多新的污染源和污染物，使原来未被污染波及的领域也不能幸免。例如，巨型油轮、海上钻井等的出现，使海洋污染日趋严重；航空与航天技术的发展，使高空大气层也遭受污染，甚至山巅与极地也被不同程度地影响了。现在可以说，在地球上很难找到一块未被污染的“洁净绿洲”。于是，环境污染问题就成为全球性的问题。与此同时，人口剧增，资源过度消耗，生态破坏等也日益突出严重地阻碍着经济的进一步发展和人民生活质量的提高，继而威胁着全人类的未来生存和发展。在这种严峻形势下，人类不得不重新审视自己的社会经济行为和走过的历程，认识到通过高消耗追求经济数量增长和“先污染后治理”的传统发展模式已不再适应当今和未来发展的要求，而必须努力寻求一条人口、经济、社会、环境和资源相互协调的，既能满足当代人的需求而又不对满足后代人需求的能力构成危害的可持续发展的道路。

（三）“第三次浪潮”的环境问题

20世纪60年代开始的以电子工程、遗传工程等新兴工业为基础的“第三次浪潮”，使工业技术阶段发展到信息社会阶段。信息社会的特点是，在信息社会里战略资源是信息，价值的增长通过信息。信息社会中充分体现人与人之间的相互作用。新技术、新能源和新材料的发展和应用，给人类在利用和改造自然的斗争中增添了新的力量，它将带来社会生产力的新飞跃，影响产业结构、社会结构和社会生活的变化，对经济增长和社会进步产生深刻的影响。它的环境意义和作用表现为：一方面新的科学技术革命有利于解决“第二次浪潮”的环境问题

理系统、环境监测和污染控制系统，可大大提高环境保护工作效率，促进环境保护工作。但是，它可能带来新的环境问题。新技术革命的发展，使发达国家发展新兴产业，可能把技术落后，环境污染严重的传统产业转移到发展中国家。就某一地区而言，城市发展高技术新兴产业，而传统工业则可能向农村乡镇转移。这样，将使污染由发达国家向发展中国家转移，由城市向农村转移。其次，新技术、新材料的应用，也会产生相应的环境效应，有许多因素尚难以预测。

总结环境科学和环境保护工作的发展过程，大致可以分为三个阶段：（1）60年代中到70年代末为第一阶段，当时发达国家面临着严重环境污染的现实，迫切的任务是减轻污染问题，于是开始了大量的污染源治理工作。许多国家颁布了一系列保护环境的政策、法令和治理措施，取得了一定的效果。1972年斯德哥尔摩人类环境会议上唤起世界人民的环境觉

醒，在发达国家开始了认真治理。同时也注意到防治结合，以防为主的综合防治阶段，如实行环境影响评价制度。我国提出了“全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民”的工作方针，体现了预防为主，对资源充分利用等思想。

80年代以来为第二阶段，逐渐扩展了对环境问题的认识范围和认识深度；而且把环境问题与经济社会发展结合起来研究，探求它们之间的相互影响和相互依托的关系。这是人类认识的一大飞跃，纵观世界纷繁的环境问题，除了自然界的变化和灾害外，可以说全部来自经济和社会的发展，因此，只有正确协调它们之间的关系才有可能求得环境问题的解决。1992年巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会总结了20年来世界环境保护问题的经验，认识到环境问题对人类生存与发展的严重威胁，认识到解决环境问题的迫切性，找到了环境问题的根源。这次环境与发展大会普遍接受了“持续发展战略”的观点，就是在经济和社会的发展过程中——不是停滞发展，也不是离开发展——同时防治环境问题，而是走经济、社会和环境协调发展的道路，这是人类的正确选择，是促进经济社会持续发展的康庄大道。

第二节　环境科学的内容和分科

当60年代环境问题日趋严重，逐渐引起人们的注意时，首先参与研究和解决环境问题的还是一些有关的基础学科，从而在这些基础学科中产生了一些新分支，如在物理学中产生了环境物理学，在化学中产生了环境化学，在地学中产生了环境地学，在生物学中产生了环境生物学，在工程学中产生了环境工程学等。此外，还有环境医学、环境经济学、环境法等。可想而知，还会有很多这样的环境科学将陆续地产生出来。它们来自不同的学科，分别从不同角度，运用不同观点和方法来研究和解决环境问题。环境科学还属于多学科性的，因而有人把它们叫做分门别类的环境科学。例如，1978年联合国环境规划署在《环境教育及训练方面的审查》报告中曾指出，当时还没有称得上统一的、独立的环境科学，有的只是分门别类的环境科学。主张不管这种统一的、独立的环境科学叫做什么名称，也是应该发展的。进入70年代，在这些环境科学相互作用、相互渗透的过程中，孕育了更高层次的、统一的、独立的环境科学——环境学。

根据现在的认识水平，试将环境学划分成以下几个分支学科。

一、理论环境学

理论环境学的主要任务是运用有关的现代科学理论(如系统论、信息论、控制论等)，总结利用和改造环境的正、反两方面的经验，继承和发展有关的环境科学理论，以建立与现代科学技术发展水平相适应的环境科学的基本理论。主要内容包括环境科学方法论、环境质量评价的原理和方法、合理布局的原理和方法、综合利用联合企业及生产地域综合体组成的原理和方法、环境规划和环境区划的原理和方法，以及人类生态系统和社会生态系统的理论和方法。最终的目的是建立一套调整和控制人类与环境之间的，通过生产和消费活动进行的物质和能量交换过程的理论和方法，为解决环境问题提供方向性和战略性的科学依据。

二、综合环境学

综合环境学是把人类与环境系统作为一个整体，从各种不同性质和不同等级的许多矛盾的总体上，从其相互联结的特殊性上，全面地研究人类与环境系统的发展、预测、调控以及改造和利用的科学。根据其研究对象的范围、特性及其从属关系可进一步划分为：

1．全球环境学：随着人口的增加、科技的发展、生产力的提高、生产规模的扩大、交通工具的改进、人类活动空间范围的扩大、人类利用和改造环境的活动及其影响，无论在广度和深度上都是日益增长的。人类很多生产和消费活动足以引起全球性的影响，全球性的环境变化，而这些影响和变化大都是直接或间接地通过大气和水的全球性循环来进行的。这些影响和变化的性质、方向、速度和规模应当引起我们高度的重视。随之而产生的全球性环境问题，都需要认真研究。

2．区域环境学：由于不同地区的社会因素和自然因素不同，人类与环境系统的协调关系也随之有所差异，而由此引起的环境问题在性质上和程度上也有所不同。区域环境学就是研究某一区域内人类与环境系统的发展、变化、预测、调控以及改造和利用的科学。区域的划分可以根据行政区划，也可以根据自然区划或经济区划。通常是行政区划和自然区划交替并用的。以国家作为第一级区划，在一国之内再按自然区划、经济区划或行政区划进一步划分。由于区域的社会条件和自然条件的不同，人类利用和改造环境的性质、程度、规模和后果也有所不同，所引起的环境问题以及解决问题的途径和方向也因之而异。总之，由于不同地区环境的组成、结构、发育阶段以及所储存的物质和能量水平不同，它的稳定性和敏感性也不同。因此，无论在利用、改造或保护和改善环境时，都必须因地制宜，区别对待。也就是说，环境问题一定要结合具体的区域环境条件来解决。

3．聚落环境学：聚落是人类聚居的地方，是人类活动的中心，因而也是与人类的工作和生活关系最密切、最直接的环境，是人类利用和改造自然环境，创造生存环境的突出实例。聚落的形成和发展为人类提供了越来越方便、舒适、安全和健康的生活和工作环境。但也往往因为聚落是人口密集、生产发展和人类活动频繁的场所，所以在这里造成的局部环境污染现象也非常严重，许多重大“公害”事件都发生在聚落环境之中。因此，近年来对聚落环境的研究，已引起人们的普遍注意。

三、部门环境学

人类与环境系统之间的许多不同性质和不同等级的问题，不仅要从其整体上、相互联结上加以研究，而且还要分别地对它们加以研究。部门环境学就是以人类与环境系统某些环境问题为对象研究其发展、预测、调控以及改造和利用的科学。它们是综合环境学与多学科性的环境科学之间的过渡的一系列边际性科学。

与自然科学过渡的有自然环境学，包括物理环境学、化学环境学、生物环境学，大气环境学、水文环境学、土壤环境学等。它们是分别研究人类活动对各自然环境要素的组成、结构、性状和质量的改变，以及这种改变反过来又影响人类活动和健康的科学。

与技术科学过渡的有工程环境学。概括地说，它是以“人类与技术圈”相互关系为研究对象的科学。我们赖以生存的已不是原始的自然环境，而是经过加工改造的环境。这种加工改造过程还在加速进行中
或通称为人工环境。研究这种环境的损益关系，评价其经济、社会效果是非常重要的。

与社会科学过渡的有社会环境学。它是以人类与社会环境为研究对象的科学。社会环境是人类在发展过程中自己建造起来的，反过来它又对人类的工作、生活和身心健康产生巨大的影响。这种影响是随着生产力的发展、生产关系的改变、生产方式的变化而改变的。在不同社会发展阶段所产生的环境问题的危害程度，以及解决问题的途径和方法都是有所不同的。而且，社会环境还深刻地影响着人类与自然环境的关系。在不同社会环境中，自然环境所起的作用是不同的。从而也影响到人工环境的建造和作用。由此可知，研究社会环境学的重要性及内容的复杂性。

以上简要地介绍了环境科学的各分支学科，它们紧密地联系在一起，形成一个由多学科到跨学科的庞大科学体系，在这个体系中各有其自己的地位和作用。总之，理论环境学是在全部环境学的基础上发展起来的，而又是指导各分科发展的理论基础，同时它也是环境科学与哲学和数学之间的边际性科学；综合环境学是环境学的核心，它是在各部门环境学的基础上发展起来的；而部门环境学则是环境学同相邻科学过渡的分支科学；分门别类的环境科学则是相邻科学向环境学过渡的分支科学。这样，环境科学以理论环境学和综合环境学为核心，通过部门环境学、分门别类的环境科学而与相邻科学相联系。例如，通过化学环境学、环境化学与化学相联系，也正像在化学与物理学之间通过物理化学、化学物理学科相联系一样。化学与物理学之间的分界线应划在物理化学与化学物理学之间。同样，环境学与相邻科学之间的分界线应划在部门环境学与分门别类的环境科学之间。所以说环境科学是一个由多学科（分门别类的环境科学）到跨学科（环境学）的庞大科学体系。但是环境科学还不像物理学及化学那样成熟。分门别类的环境科学（如环境化学）与部门环境学（如化学环境学）之间的分界线还没有那么清楚，虽然继续发展下去，它们本质上的区别是会越来越明显的，但过早地、人为地把它们勉强分开，或不加区别地混为一谈，从而丧失各自的努力方向
是不利于环境科学的发展的。

环境科学涉及的范围和内容说明它是自然科学、社会科学和技术科学之间的边际科学，是它们相互渗透和杂交的产物。它们在环境科学发展中所起的作用是可想象的。反过来，环境科学对它们发展的反作用也是非常显著的。由于环境问题影响的广泛和重要，因而，它对相邻科学影响的深度和广度都是很大的。

第三节　环境科学的发生和发展

环境科学成为一门独立的新科学，虽然还只有 30 多年的历史，但它的孕育过程却是源远流长，由来已久。

人类首先通过生产过程，主要从环境中获取生活资料，然后再通过消费过程，主要以生活“三废”的形式归还给环境。在长时间内，人类于采集和捕获自然食物的过程中积累了利用和滥用生物资源的正、负两方面的知识和经验。其后，随着农业的发展，又积累了利用和

改造
别是随着近代大工业、大农业以及相应的交通运输等的发展,人类从环境中获取资源(很大一部分是非再生资源)的活动日益变得重要,然后再主要以工业“三废”的形式排入环境。远在公元前,人们就已开始试图说明人类活动与环境之间的关系,使自己的感性认识系统化、理论化。

50年代以来,随着各国经济的恢复,特别是在发达国家中现代化工业和农业,以及交通运输事业的迅速发展,在发生“资源危机”的同时,也出现了“环境危机”。“公害”已成为威胁人类生存的严重社会问题。解决环境问题的迫切需要乃成为推动环境科学发生和发展的巨大社会力量。环境科学遂于60年代诞生,以后获得了迅速发展,其发展大致可分为两个阶段。

一、环境科学初期发展阶段

自本世纪50年代以来,由于经济的恢复和发展,生产和消费规模日益扩大,在许多工业发达国家对环境造成了严重的污染和破坏,因而明确地提出了“环境问题”或“公害”的概念。用以概括和反映人类与环境系统关系的失调,并且在历史上第一次把人为活动所引起的“环境问题”同自然因素所造成的“灾害”区分开来,并辟为专门的科学研究领域,作为确定的科学研究任务。而首先承担起这一学科研究任务的,还是一些有关的先导科学。它们在已有涉及环境问题研究的基础上,适应当代环境问题发展的新形势。进一步发展了环境科学,于其内部逐渐形成一些独立的新分支科学并明确提出
这些新的分支科学。这样从“环境问题”的提出到“环境科学”,如环境物理学、环境化学、环境地学、环境生物学、环境工程学、环境医学、环境经济学、环境法学等的次递诞生,完成了环境科学发展史上一次质的飞跃。说明它在各基础科学内部有关环境问题的研究已孕育成熟。逐渐走向独立发展的新阶段。由于它们分别是不同科学内部分化的产物,具有一定的继承性。因而,它们分别用不同理论和方法研究和解决不同性质的环境问题,属于多学科性的。因此,我们把这一阶段也称为多学科发展阶段。它的特点是,一系列环境科学分支分别发展,大大促进了各项专门课题的研究。但在某种程度上还处于各自分别研究状态,环境科学也只是一个多学科的集合概念,还没有形成一个较完整的统一体系。为适应全面贯彻环境保护方针的需要,统筹兼顾,深谋远虑地处理好人类与环境系统的关系,使环境科学向更高层次发展。

二、环境科学向整体化发展阶段

人类与环境系统关系十分复杂。它是一个以人类为中心的生态系统。环境科学在分别发展阶段已初步形成的分化形态和它所研究对象的整体性,越来越不相适应。这就促进了环境科学向整体化方向发展。虽然,分别发展阶段还远未结束,新的环境科学分支学科还在不断地产生。但由分化向整体化飞跃,确已是当前环境科学已经开始发展的新阶段。它的特点是强调研究对象的整体性,把人类与环境系统看作是具有特定结构和功能的有机整体。运用系统分析和系统组合的方法,对人类与环境系统进行全面的研究。系统分析是从全局出发,对现存“人类与环境”系统进行结构与功能性分析,把系统分解为结构单元和组成要素,把总

需要全本请访问 www.ertongbook.com